

SOLID-STATE IMAGE SENSING ELEMENT

Publication Number: 2001-077339 (JP 2001077339 A) , March 23, 2001

Inventors:

- KIMURA MASAO

Applicants

- SONY CORP

Application Number: 11-249471 (JP 99249471) , September 03, 1999

International Class:

- H01L-027/14
- G02B-003/00
- G02B-005/20
- H04N-009/07

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a solid-state image sensing element which is constructed so that an area of an opening part can be enlarged practically. **SOLUTION:** A solid-state image sensing element 20 is formed by providing a light receiving sensor 3 which performs photoelectric conversion to a surface layer of a base 2, and providing transfer electrodes 4, 5 for transferring charge formed in a light receiving sensor onto the base 2 and a light screening film 6 covering the same. A lattice-like or stripe-like light screening wall 21 which becomes a partition for picture element isolation is provided on the light screening film 6. Each picture element partitioned by a light screening wall is provided with inlay lenses 22, 23 positioned in part immediately above a light receiving sensor part 3. A flattened passivation film 27 is provided on the light screening wall. A color filter layer 28 is provided on the passivation film 27. An on-chip lens 29 is provided on the color filter layer 28.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

JAPIO

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 6849839

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-77339

(P2001-77339A)

(43) 公開日 平成13年3月23日(2001.3.23)

(51) Int. C1.⁷

識別記号

H 0 1 L	27/14
G 0 2 B	3/00
	5/20 1 0 1
H 0 4 N	9/07

F I

H 0 1 L	27/14	D 2H048
G 0 2 B	3/00	A 4M118
	5/20 1 0 1	5C065
H 0 4 N	9/07	D

テーマコード*(参考)

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全6頁)

(21) 出願番号

特願平11-249471

(22) 出願日

平成11年9月3日(1999.9.3)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 木村 匡雄

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー
株式会社内

(74) 代理人 100086298

弁理士 船橋 國則

Fターム(参考) 2H048 BA02 BB01 BB02 BB10 BB13

BB24 BB46

4M118 AA10 AB01 BA10 CA32 CA33

CA34 EA01 GA09 GC07 GD04

5C065 BB22 BB44 CC01 DD01 EE03

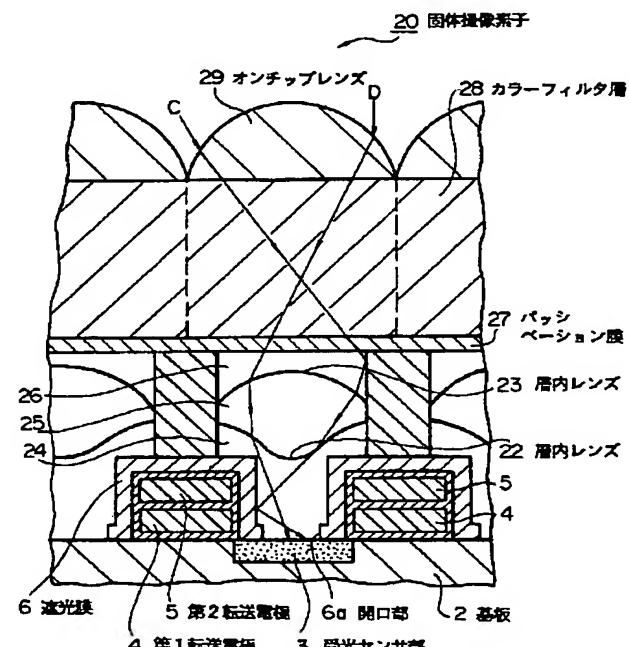
EE11 EE14

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子

(57) 【要約】

【課題】 開口部の面積を実質的に拡げることのできる構造の固体撮像素子の提供が望まれている。

【解決手段】 基体2の表層部に光電変換をなす受光センサ部3が設けられ、基体2上に受光センサ部で形成された電荷を転送するための転送電極4、5とこれを覆う遮光膜6とが設けられてなる固体撮像素子20である。遮光膜6上に、画素分離をなすための仕切りとなる格子状あるいはストライプ状の遮光壁21が設けられている。遮光壁21で仕切られた各画素毎に、受光センサ部3の直上部に位置して層内レンズ22、23が設けられている。遮光壁21の上に平坦化されたパッシベーション膜27が設けられている。パッシベーション膜27の上にカラーフィルタ層28が設けられている。カラーフィルタ層28の上にオンチップレンズ29が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部が設けられ、基体上に受光センサ部で形成された電荷を転送するための転送電極と該転送電極を覆う遮光膜とが設けられてなる固体撮像素子において、

前記遮光膜上に、画素分離をなすための仕切りとなる格子状あるいはストライプ状の遮光壁が設けられ、

前記遮光壁で仕切られた各画素毎に、前記受光センサ部の直上部に位置して層内レンズが設けられ、

前記遮光壁の上に平坦化されたパッシベーション膜が設けられ、

前記パッシベーション膜の上にカラーフィルタ層が設けられ、

前記カラーフィルタ層の上にオンチップレンズが設けられてなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 前記遮光壁が遮光膜に連続して形成されていることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、受光センサ部への集光効率を高めた固体撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 固体撮像素子として、従来、例えば図3(a)に示す構造のものが知られている。この固体撮像素子1は、シリコン基板等からなる基板(基体)2の表層部に光電変換をなす受光センサ部3を形成し、基板2上に、受光センサ部3で形成された電荷を転送するための第1転送電極4および第2転送電極5と、該転送電極4、5を覆う遮光膜6とを形成したものである。受光センサ部3の直上部には遮光膜6の開口部6aが形成されており、この開口部6a内に臨む面が受光センサ部3の実質的な受光面となっている。

【0003】 また、基板2上には、遮光膜6、6の間、および遮光膜6上に埋め込み平坦化層7が形成され、さらにこの上にパッシベーション膜8が形成されている。そして、このパッシベーション膜8上にはカラーフィルタ層9が形成され、このカラーフィルタ層9上にはオンチップレンズ10が形成されている。

【0004】 ところで、近年固体撮像素子では、チップサイズの縮小や多画素化の促進に伴い、その単位画素サイズの縮小が進んでいる。しかしながら、このような単位画素サイズの縮小は基板2の面方向(水平方向)での縮小がほとんどであり、基板2の厚み方向(垂直方向)での縮小に関しては、面方向に比べ技術的に困難であることから遅れているのが現状である。このため、単位画素について注目した場合、そのアスペクト比(基板の面方向に対する垂直方向の比率)は上昇する一方となっている。

【0005】 例えば、図3(a)に示したようにセルサイズを $4\mu\text{m}^2$ とし、第1転送電極4、第2転送電極5

の膜厚を 400nm とした場合で考えると、第1転送電極4と第2転送電極5とが重ね合わされた箇所では、受光センサ部3の受光面のレベルからオンチップレンズ10の裾部分(カラーフィルタ層10の上面のレベル)までの厚さが約 $4.5\mu\text{m}$ 程度となる。したがって、この場合のアスペクト比は、 $4.5/4=1.125$ となる。

【0006】 一方、図3(b)に示すようにセルサイズを $3\mu\text{m}^2$ とした場合には、受光センサ部3からその上の層に何等変化がないとすると、アスペクト比は $4.5/3=1.5$ となる。このとき、オンチップレンズ10の厚さが $1\mu\text{m}$ 程度であるとすると、その断面形状は図3(b)に示したようになる。すなわち、図3(a)に示した状態から図3(b)に示した状態となるように、単一画素サイズ(セルサイズ)が縮小されるにもかかわらずオンチップレンズ10の厚みに変化がないと、図3(b)に示したようにオンチップレンズ10の曲率半径が小さくなつてその焦点が受光センサ部3の受光面でなくこれより上方に位置するようになり、その結果、集光効率が低下してしまうのである。このような集光効率の低下は、今後单一画素サイズの縮小が進むに連れ、さらに悪化すると予想される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 従来、集光効率の向上を図るために、オンチップレンズ10の形状等の最適化などを検討してきたが、オンチップレンズ10の形状の最適化は該レンズ10の加工限界に大きく依存するため、集光状態を改善して集光効率を高めるにも限界があり、特にアスペクト比の大きい单一画素の場合では、受光センサ部3に効率よく集光させるのは困難であった。

【0008】 したがって、前述したように集光効率の低下が進むと、固体撮像素子の面内での感度匀配や、隣接画素への入射による混色、さらには感度低下やスミアレベルの悪化など、特性の低下が引き起こされてしまう。例えば、図3(a)中の矢印Aで示すようにオンチップレンズ10、カラーフィルタ層9を透過した光が隣接画素に入射しまつて混色が起きたり、矢印Bで示すように光が遮光膜6上に到達してここで反射されることにより受光センサ部3に入射せず、結果として感度の低下が起きているのである。また、基板2の表面より上の層に何らかの改善を行い、層厚を薄くすることも考えられるが、その場合には電気的特性上の制約や特性低下が誘発されてしまい、デバイス設計・作製に制約が与えられてその自由度が低下してしまう。

【0009】 一方、面方向の縮小に関しては、単一画素サイズの縮小に伴って第1転送電極4や第2転送電極5を単純に縮小した場合、取扱い電荷量の特性が著しく低下してしまうため、これら転送電極4、5の縮小率を单一画素サイズの縮小率に一致させることができない。したがって、図3(a)に示した状態から図3(b)に示

した状態となるように面方向を縮小した場合、受光センサ部3の実質的な受光面となる遮光膜6の開口部6aの面積が減少してしまい、感度の低下が引き起こされることになる。

【0010】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、単一画素サイズのアスペクト比に大きく依存することなく、かつ、開口部6aの面積を実質的に拡げることのできるような構造の固体撮像素子を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者は前記課題を解決すべく鋭意研究を進めた結果、図3(a)、(b)に示したような構造の従来の固体撮像素子にあっては、遮光膜6より上側には酸化ケイ素等の半導体材料層や樹脂層が設けられているだけであり、光の透過を防止し、または光を反射する構成が設けられていないことに注目した。すなわち、このような構成が設けられていないことから、集光効率が低下した場合に、隣接画素への入射を抑えることができず、また、遮光膜6の上方に入射する光を感度に寄与させることができないでいたのである。

【0012】そこで、本発明の固体撮像素子では、基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部が設けられ、基体上に受光センサ部で形成された電荷を転送するための転送電極と該転送電極を覆う遮光膜とが設けられてなる固体撮像素子において、前記遮光膜上に、画素分離をなすための仕切りとなる格子状あるいはストライプ状の遮光壁を設け、前記遮光壁で仕切られた各画素毎に、前記受光センサ部の直上部に位置して層内レンズを設け、前記遮光壁の上に平坦化されたパッシベーション膜を設け、前記パッシベーション膜の上にカラーフィルタ層を設け、前記カラーフィルタ層の上にオンチップレンズを設けことを前記課題の解決手段とした。

【0013】この固体撮像素子によれば、遮光膜上に画素分離をなすための仕切りとして格子状あるいはストライプ状の遮光壁を設けたので、この遮光壁により、入射光のうちこの遮光壁に到達した光が隣接する画素に入射してしまうのを防止することが可能となり、さらに、該入射光を遮光壁で反射して受光センサ部に入射させ、集光効率を向上させることが可能になる。

【0014】また、層内レンズとオンチップレンズとを設けことにより、集光効率をさらに向上させることができる。また、平坦化されたパッシベーション膜の上にカラーフィルタ層を設けたので、このカラーフィルタ層の膜厚が一定になり、したがってカラーフィルタ層の全域において分光特性に差が生じないことにより、良好なカラー表示が可能になる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の固体撮像素子を詳しく説明する。図1は本発明の固体撮像素子の一実施形

態例を示す図であり、図1中符号20は固体撮像素子である。この固体撮像素子20は、従来のものと同様にシリコン基板等からなる基板(基体)2の表層部に光電変換をなす受光センサ部3を形成し、基板2上に、受光センサ部3で形成された電荷を転送するための第1転送電極4および第2転送電極5と、該転送電極4、5を覆う遮光膜6とを形成したものである。受光センサ部3の直上部には遮光膜6の開口部6aが形成されており、この開口部6a内に臨む面が受光センサ部3の実質的な受光面となっている。

【0016】前記遮光膜6上には、画素分離をなすための仕切りとなる格子状の遮光壁21が設けられている。この遮光壁21は、本例では金属等の遮光材料からなる遮光膜6と同じ材料で形成されたもので、矩形状に形成された遮光膜6の開口部6aを囲むようにして形成されたものであり、遮光膜6に連続した状態で形成されたものである。また、この遮光壁21は、本例においてはその幅が転送電極4(5)を覆っている遮光膜6の幅より狭く形成されている。

【0017】基板2上には、遮光壁21、21で仕切られた各画素毎に凸型と凹型の層内レンズ22、23が形成されている。この凸型と凹型の層内レンズ22、23は、それぞれ前記受光センサ部3の直上部に位置するよう形成されたもので、遮光膜6の開口部6a内に集光するようその焦点設計がなされたものであり、基板2上に例えばシリコン酸化膜等の低屈折率材料からなる低屈折率層24が形成され、その上にシリコン窒化膜等の高屈折率材料からなる高屈折率層25が形成され、さらにその上にSOG(Spin On Glass)からなる低屈折率層26が形成されたことによって構成されたものである。すなわち、低屈折率層24と高屈折率層25との界面が上に凹となることによってこれら低屈折率層24と高屈折率層25との界面で凹型の層内レンズ22が形成され、高屈折率層25と低屈折率層26との界面が上に凸となることによってこれら高屈折率層25と低屈折率層26との界面で凸型の層内レンズ23が形成されているのである。

【0018】また、低屈折率層26および遮光壁21の上には、シリコン窒化膜からなるパッシベーション膜27が形成されている。このパッシベーション膜27は、後述するようにその下地である低屈折率層26および遮光壁21が平坦化されていることにより、該パッシベーション膜27自体も平坦化されたものとなっている。そして、このように平坦化されたパッシベーション膜27の上にはカラーフィルタ層28が形成され、このカラーフィルタ層28の上にはオンチップレンズ29が形成されている。

【0019】このような構成の固体撮像素子20を作製するにあたり、特に層内レンズ22、23、および遮光壁21を形成するには、従来と同様にして基板2上に遮

光膜6を形成し、受光センサ部3上を開口して開口部6aを形成した後、低屈折率材料を成膜する。そして、この低屈折率材料からなる膜を従来公知のリソグラフィー技術、エッチング技術によってパターニングし、図1に示したように受光センサ部3の直上位置にて上に凹となるような曲面形状に加工して低屈折率層24とする。

【0020】次に、この低屈折率層24の上に高屈折率材料を成膜する。そして、この高屈折率材料からなる膜を前記低屈折率層24の場合と同様にリソグラフィー技術、エッチング技術によってパターニングし、受光センサ部3の直上位置にて上に凸となるような曲面形状に加工して高屈折率層25とする。これにより、この高屈折率層25と前記低屈折率層24との間に凹型の層内レンズ22が形成される。次いで、この高屈折率層25の上にSOG膜を形成してこれを低屈折率層26とする。これにより、この低屈折率層26と前記高屈折率層25との間に凸型の層内レンズ23が形成される。

【0021】このようにして層内レンズ22、23を形成したら、従来公知のリソグラフィー技術、エッチング技術によって前記低屈折率層26、前記高屈折率層25、低屈折率層24をパターニングし、遮光膜6の開口部6aを囲むようにして転送電極4(5)上の遮光膜6の上に該遮光膜6の上面に通じる格子状の溝(図示略)を形成する。なお、このように遮光膜6に通じるようにして溝を形成することから、低屈折率層26、前記高屈折率層25、低屈折率層24の材料としては、遮光膜6の材料に対して高い選択比がとれるものを選択するのが望ましい。次いで、この溝内を埋め込むようにして金属等の遮光材料を成膜し、その後、エッチバックまたはCMP法(化学的機械的研磨法)によって低屈折率層26上の遮光材料を除去し、溝内に遮光壁21を形成するとともに遮光膜21の上面および低屈折率層26の表面を平坦化する。

【0022】図1に示した固体撮像素子20にあっては、遮光膜上に画素分離をなすための仕切りとして格子状の遮光壁21を形成したので、この遮光壁21により、図1中矢印Cで示すように入射光のうちこの遮光壁21に到達した光が隣接する画素に入射してしまうのを防止することができ、さらに、該入射光を遮光壁21で反射して受光センサ部3に入射させ、集光効率を向上させることができる。

【0023】また、遮光壁21の幅を遮光膜6の幅より狭く形成しているので、遮光壁21、21間の開口幅を遮光膜6の開口部6aの開口幅より十分に広くすることができ、したがって遮光膜6の開口部6aを実質的に拡げて集光効率をより向上させることができる。さらに、このような遮光壁21を形成したことから、従来の遮光膜6の開口を実質的に遮光壁21で囲まれる開口に代えることができ、したがってこの開口をパッシベーション膜27のすぐ下にまで上昇させることができ、これによ

り全体の層圧を薄くした状態、すなわち単位画素サイズを基板の垂直方向に縮小したのと同等の効果を得ることができる。

【0024】また、このように実質的な開口をパッシベーション膜27のすぐ下にまで上昇させることができることができるところから、パッシベーション膜27より下の各層の層厚が特性に与える影響を減少させることができ、これによりパッシベーション膜27より下の構造の自由度を高めることができる。

【0025】また、遮光壁21を遮光膜6に連続して形成したので、これら遮光壁21と遮光膜6との間を光が通り抜けしまうことを確実に防止することができる。また、層内レンズ22、23を設けたことにより、図1中矢印Dで示すように平行光だけでなく斜め光も混在するF値光に対してもその集光効率を向上させることができる。また、平坦化されたパッシベーション膜27の上にカラーフィルタ層28を設けたので、このカラーフィルタ層28の膜厚が一定になり、したがってカラーフィルタ層28の全域において分光特性に差が生じないことでより、良好なカラー表示をなすことができる。

【0026】なお、前記実施形態例では、受光センサ部3の直上部に凹型の層内レンズ22と凸型の層内レンズ23とを形成したが、本発明はこれに限定されることはなく、例えば図2に示すように凹型の層内レンズ22のみを形成してもよく、また図示しないものの凸型の層内レンズのみを形成するようにしてもよい。

【0027】また、前記実施形態例では、遮光壁21を格子状に形成したが、遮光膜6の開口部6aを挟むようにして該遮光壁21をストライプ状に形成してもよい。ここで、実質的に受光センサ部3の受光面となる遮光膜6の開口部6aは通常矩形に形成されているが、その場合には、この矩形の長辺に沿って遮光壁21を形成するのが望ましい。

【0028】なぜなら、このように矩形の開口部6aの上に形成されるオンチップレンズ29は開口部6a形状に対応して平面視略楕円状(長円状)に形成されるが、その場合に開口部6aの短辺方向で曲率半径が小さくなり、屈折が大きくなつてその屈折光が受光センサ部3の受光面より上の位置に集められ、該受光面への入射率が低下するからであり、このように短辺方向に沿つて斜めに入射する光の受光面への入射率が低下することから、長辺に沿つて遮光壁21を形成することにより、受光面から外れた光を遮光壁21で反射して受光面に入射させ、あるいは隣接する画素に入射するのを防止することができる。

【0029】また、前記実施形態例では、遮光壁21の幅を遮光膜6の幅より狭く形成したが、本発明はこれに限定されることなく、該遮光膜6の幅と同等に形成するようにしてもよい。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明の固体撮像素子は、遮光膜上に画素分離をなすための仕切りとして格子状あるいはストライプ状の遮光壁を設けたものであるから、この遮光壁により、入射光のうちこの遮光壁に到達した光が隣接する画素に入射してしまうのを防止することができ、さらに、該入射光を遮光壁で反射して受光センサ部に入射させ、集光効率を向上させることができる。

【0031】また、層内レンズとオンチップレンズとを設けたことにより、集光効率をさらに向上させることができるとともに、特に層内レンズを設けたことにより、平行光だけでなく斜め光も混在するF値光に対してもその集光効率を向上させることができる。また、平坦化されたパッシベーション膜の上にカラーフィルタ層を設けたので、このカラーフィルタ層の膜厚を一定にすることができる、したがってカラーフィルタ層の全域において分

光特性に差がないようにして良好なカラー表示を可能にすることができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像素子の一実施形態例の概略構成を示す要部側断面図である。

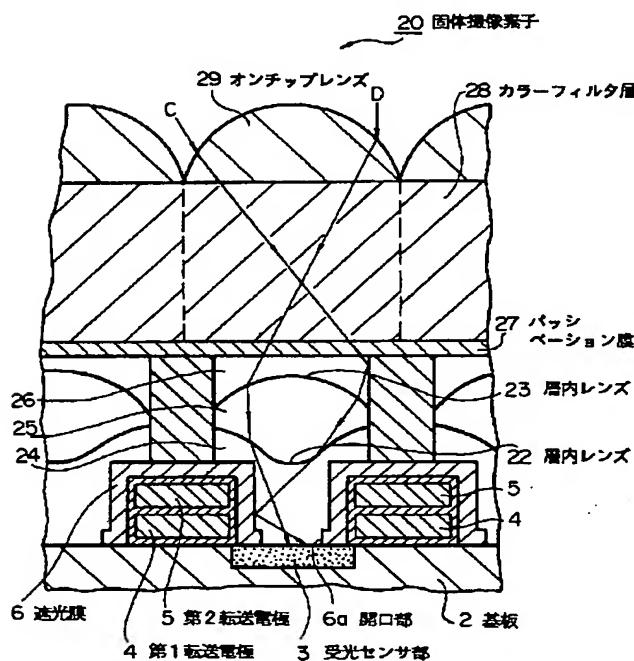
【図2】本発明の固体撮像素子の他の実施形態例の概略構成を示す要部側断面図である。

【図3】(a)、(b)はそれぞれ従来の固体撮像素子の一例の概略構成を示す要部側断面図である。

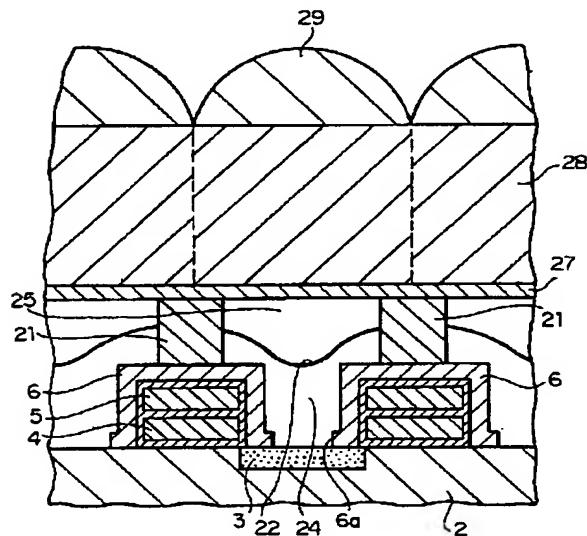
【符号の説明】

2…基板(基体)、3…受光センサ部、4…第1転送電極、5…第2転送電極、6…遮光膜、6a…開口部、20…固体撮像素子、21…遮光壁、22…層内レンズ、23…層内レンズ、24…低屈折率層、25…高屈折率層、26…低屈折率層、27…パッシベーション膜、28…カラーフィルタ層、29…オンチップレンズ

【図1】



【図2】



【図3】

